



27 FEB 2004

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

103 00 733.4

**Anmeldetag:**

11. Januar 2003

**Anmelder/Inhaber:**

Repower Systems AG, 22335 Hamburg/DE

**Bezeichnung:**

Betriebsführungssystem für eine Windenergieanlage

**IPC:**

F 03 D 7/04

REC'D 27 FEB 2004

WIPO PCT

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Januar 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

im Auftrag

Wallner

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

# Patentanwälte Schaefer & Emmel

European Patent Attorneys

„Dipl. - Phys. Konrad Schaefer

Dipl. - Biol. Dr. Thomas Emmel

Tel: (0)-40-6562051 Fax: -6567919

Gehölzweg 20, D-22043 Hamburg

Commerzbank 22 / 58226 Blz 200 40 000

Postbank 225058 - 208 Blz 200 10 020

09. Januar 2003

Uns. Zeichen: 03444

Repower Systems AG

Betriebsführungssystem für eine Windenergieanlage

## PATENTANSPRÜCHE:

1. Betriebsführungssystem für eine Windenergieanlage (1), über das eine Leistungsabgabe der Anlage (1) geregelt wird, wobei die Windenergieanlage (1) einen Rotor (3) mit wenigstens einem Rotorblatt (5) aufweist, das in einem einstellbaren Rotorblattwinkel zu dem Rotor (3) angeordnet ist und das Betriebsführungssystem innerhalb eines vorgegebenen Windgeschwindigkeitsbereichs die Rotordrehzahl unter Verstellung des Rotorblattwinkels zur Einstellung einer Nennleistung regelt und ab einem definierten windgeschwindigkeitsabhängigen Grenzwert die Leistung reduziert, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Grenzwert ein definierter Rotorblattgrenzwinkel ist.

2. Betriebsführungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß es zur Reduzierung der Leistung den Rotorblattwinkel verstellt.
3. Betriebsführungssystem nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß es zur Reduzierung der Leistung den Rotorblattwinkel vergrößert.
4. Betriebsführungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß es den Rotorblattwinkel bis zu dem Erreichen der Nennleistung konstant hält.
5. Betriebsführungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß es nach dem Erreichen der Nennleistung den Rotorblattwinkel in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit einstellt, um die Nennleistung konstant zu halten.

**Patentanwälte**  
**Schaefer & Emmel**

European Patent Attorneys

Dipl. - Phys. Konrad Schaefer

Dipl. - Biol. Dr. Thomas Emmel

Tel: (0) 40-6562051 Fax: -6567919

Gehölzweg 20, D-22043 Hamburg

Commerzbank 22 / 58226 Blz 200 40 000  
Postbank 225058 - 208 Blz 200 10 020

09. Januar 2003

Repower Systems AG

Betriebsführungssystem für eine Windenergieanlage

Die Erfindung betrifft ein Betriebsführungssystem für eine Windenergieanlage, über das eine Leistungsabgabe der Anlage geregelt wird.

Gattungsgemäße Betriebsführungssysteme werden in Windenergieanlagen verwendet, die einen Rotor mit wenigstens einem Rotorblatt aufweisen, wobei das Rotorblatt in einem einstellbaren Rotorblattwinkel zu dem Rotor angeordnet ist. Das Betriebsführungssystem regelt innerhalb eines vorgegebenen Windgeschwindigkeitsbereiches die Rotordrehzahl unter Verstellung des Rotorblattwinkels zur Einstellung einer Nennleistung.

Der Betrieb einer Windenergieanlage kann bei zu hohen Windgeschwindigkeiten aufgrund der starken mechanischen Belastung zu der Zerstörung der Anlage führen. Gattungsgemäße Betriebsführungssysteme sind daher so ausgebildet, daß sie ab einer definierten Abschaltwindgeschwindigkeit die Anlage abschalten,

wobei das Abschalten der Anlage vorzugsweise nicht abrupt, sondern durch langsame Reduzierung der Leistung erfolgt. Ein gattungsgemäßes Betriebsführungssystem ist z.B. aus der DE 195 32 409 A1 bekannt.

Auch aus der DE 198 44 258 A1 ist ein Betriebsführungssystem bekannt, über das die Leistung bei Erreichen einer vorgegebenen Windgeschwindigkeit reduziert wird. Hierbei wird die Reduktion der Leistung ebenfalls durch eine Verstellung des Rotorblattwinkels erreicht. Jedoch wird die Leistungsreduktion bereits bei Erreichen einer Grenzwindgeschwindigkeit eingeleitet, wobei die Grenzwindgeschwindigkeit unterhalb der Abschaltwindgeschwindigkeit liegt.

Mit der Leistungsreduktion soll erreicht werden, daß die mit zunehmender Windgeschwindigkeit steigenden mechanischen Lasten auf die Anlage reduziert werden, wodurch die Anlage weniger stark dimensioniert ausgelegt werden muß und damit die Kosten vermindert werden können.

Bei beiden oben beschriebenen Betriebsführungssystemen wird mit der Reduktion der Leistung ab Erreichen eines definierten windgeschwindigkeitsabhängigen Grenzwerts begonnen. Dieser beruht auf der gemessenen Windgeschwindigkeit. Die Messung der Windgeschwindigkeit erfolgt in der Regel mit einem Gondelanemometer. Dieses Meßverfahren ist relativ ungenau und damit kein guter Indikator für die Belastung der Anlage.

Der Grenzwert, ab dem das Betriebsführungssystem die Leistung einer Windenergieanlage reduziert, sollte daher nicht aufgrund der gemessenen Windgeschwindigkeit erfolgen, sondern aufgrund einer Eingangsgröße, die physikalisch und steuerungstechnisch leichter zu erfassen ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist ein Betriebsführungssystem zu schaffen, daß einen Grenzwert mit den oben genannten Eigenschaften verwendet.

Gelöst wird die Aufgabe mit einem Betriebsführungssystem, das die Merkmale des Anspruches 1 aufweist.

Wie bei dem gattungsgemäßen Betriebsführungssystem wird das erfindungsgemäße Betriebsführungssystem in Windenergieanlagen verwendet, die einen Rotor mit verstellbaren Rotorblättern aufweisen, wobei das Betriebsführungssystem so ausgebildet ist, daß es innerhalb eines vorgegebenen Windgeschwindigkeitsbereiches die Rotordrehzahl unter Verstellung des Rotorblattwinkels zur Einstellung einer Nennleistung regelt.

Dafür wird, wenn mit zunehmender Windgeschwindigkeit die Nenndrehzahl erreicht wird, der Rotorblattwinkel vergrößert, wodurch, wie oben bereits erwähnt, die Einhaltung der Nenndrehzahl und damit auch der Nennleistung trotz zunehmender Windgeschwindigkeit erzielt wird. Das Betriebsführungssystem beginnt mit der Leistungsreduktion, wenn ein definierter windgeschwindigkeitsabhängiger Grenzwert erreicht wird.

Das erfindungsgemäße Betriebsführungssystem verwendet dabei als Grenzwert einen definierten Rotorblattgrenzwinkel. Bei dem Rotorblattgrenzwinkel handelt es sich um den Rotorblattwinkel, der sich zur Einstellung der Nennleistung bei einer Windstärke, die der Abschaltwindgeschwindigkeit entspricht, ergibt. Der Rotorblattgrenzwinkel ist vom jeweils verwendeten Rotorblatt abhängig und kann empirisch durch Messungen und/ oder Simulationen ermittelt werden.

Die Verwendung des Rotorblattgrenzwinkels als Grenzwert bietet den Vorteil, daß es sich dabei um eine Eingangsgröße handelt, die steuerungstechnisch leicht

zu erfassen ist, da der Winkel des Rotorblatts aufgrund der Einstellung der Nennleistung bereits bekannt ist. Weiterhin ist der Rotorblattgrenzwinkel ein direkter Indikator für die momentane Belastung der Anlage und stellt somit eine zuverlässigere Eingangsgröße für die Reduktion der Belastung dar als die indirekt gemessene Windgeschwindigkeit.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das Betriebsführungssystem gemäß Anspruch 2 so ausgebildet, daß die Leistungsreduktion nach Überschreiten des Rotorblattgrenzwinkels durch weitere Verstellung des Rotorblattwinkels erfolgt. Dabei wird der Winkel des Rotorblatts zu dem Rotor gemäß Anspruch 3 vergrößert.

Dies bietet den Vorteil, daß die Anlage bei Erreichen der Abschaltwindgeschwindigkeit nicht sofort abgeschaltet wird, sondern die Leistungsabgabe langsam reduziert wird, bis eine Abschaltleistung erreicht ist und die Anlage vom Netz genommen werden kann. Diese Vorgehensweise bietet zum einen den Vorteil einer besseren Netzverträglichkeit. Zum anderen kann auf diese Weise die Leistungskurve erweitert und der Energieertrag verbessert werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist das Betriebsführungssystem gemäß Anspruch 4 so ausgebildet, daß der Rotorblattwinkel bis zu dem Erreichen der Nennleistung weitgehend konstant gehalten wird.

Nach dem Erreichen der Nennleistung ist das Betriebsführungssystem gemäß Anspruch 4 so ausgebildet, daß der Rotorblattwinkel in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit eingestellt wird, d.h. daß der Rotorblattwinkel je nach der Höhe der Windgeschwindigkeit vergrößert oder verkleinert wird, um die Nennleistung konstant zu halten.

Bei dem erfindungsgemäßen Betriebsführungssystem erfolgt die Regelung der Leistungsabgabe einer Windenergieanlage oberhalb der Abschaltgeschwindigkeit in vorteilhafter Weise nur in Abhängigkeit vom Rotorblattwinkel. Zusätzliche Meßgrößen, wie z.B. die Windgeschwindigkeit, die aufgrund ungünstiger Bedingungen schwer zu ermitteln und daher oft ungenau sind, sind nicht mehr erforderlich.

Im folgenden soll die Erfindung anhand zweier Abbildungen näher erläutert werden:

Fig. 1: zeigt eine Frontansicht auf eine Windenergieanlage,

Fig. 2: zeigt eine schematische Darstellung der Regelung der Nennleistung in Abhängigkeit vom Rotorblattwinkel

Die Figur 1 zeigt die Draufsicht auf eine Windenergieanlage (1) mit einem auf einem Boden aufgestellten Turm (2), an dessen Spitze eine drehbare Gondel einen um eine waagerechte Achse umlaufenden Rotor (3) trägt, der aus drei Rotorblättern (5) besteht, wobei die Rotorblätter in einem einstellbaren Rotorblattwinkel zu dem Rotor angeordnet sind.

Die Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung der Regelung der Nennleistung in Abhängigkeit vom Rotorblattwinkel, wobei davon auszugehen ist, daß die Windgeschwindigkeit stetig ansteigt.

Im Punkt 1 der Fig. 2 fährt die Anlage an. Zwischen Punkt 1 und Punkt 2 fährt die Anlage eine Drehmoment-Drehzahlkennlinie eines in der Anlage vorgesehenen Generators ab, bis die Nennleistung erreicht ist. Der

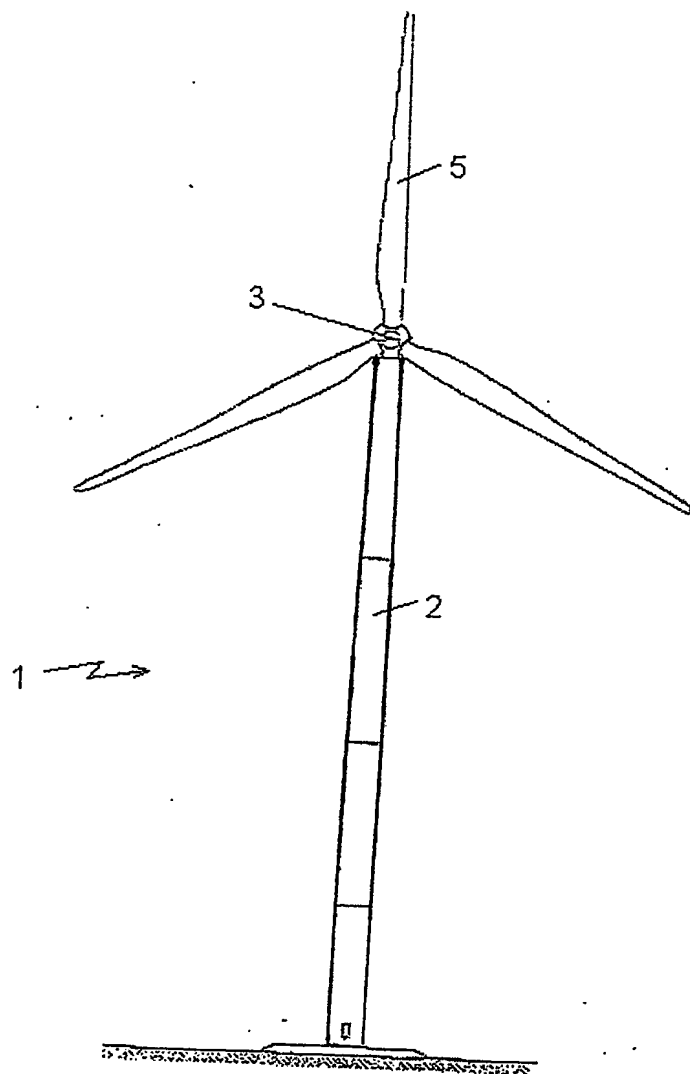


Rotorblattwinkel wird in diesem Stadium nicht geändert. In Punkt 2 hat die Anlage die Nennleistung erreicht.

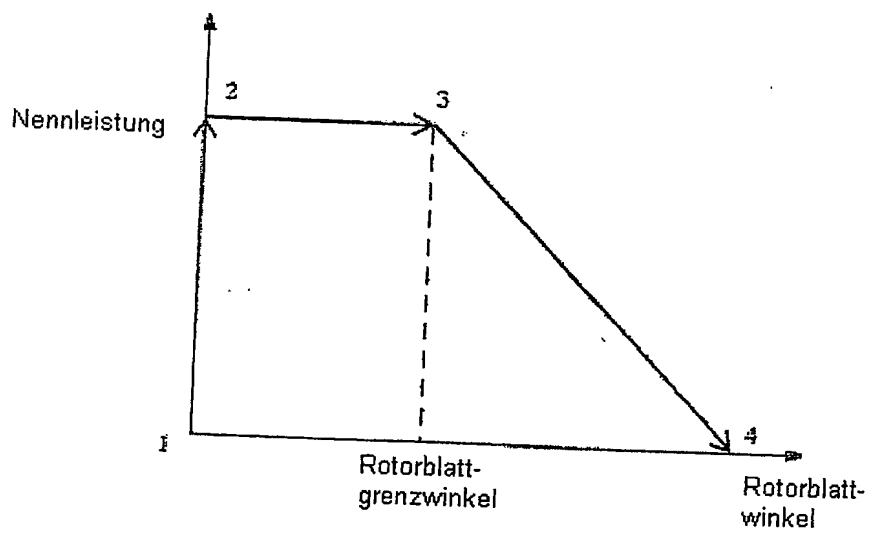
Nach Überschreiten des Punktes 2 ist die Windgeschwindigkeit größer als für die Erzeugung der Nennleistung erforderlich, daher beginnt das Betriebsführungssystem mit der Leistungsregelung über den Rotorblattwinkel. Hierfür vergrößert das Betriebsführungssystem den Rotorblattwinkel, wodurch der Auftrieb der Rotorblätter vermindert und die Rotordrehzahl und damit die Leistung reduziert wird. Über die Verstellung des Rotorblattwinkels kann somit eine konstante Nennleistung abgegeben werden.

Wie in Fig. 2 zwischen den Punkten 2 und 3 dargestellt, wird der Rotorblattwinkel mit zunehmender Windgeschwindigkeit stetig vergrößert, damit die Anlage eine konstante Nennleistung abgibt. In Punkt 3 erreicht die Windgeschwindigkeit einen Wert, bei dem das Betriebsführungssystem das Rotorblatt in einen Winkel verstellt, der einem in Fig. 2 dargestellten Grenzwinkel entspricht. Das Betriebsführungssystem beginnt mit dem Überschreiten des Grenzwinkels, die Leistung der Anlage zu reduzieren. Hierfür wird der Rotorblattwinkel so vergrößert, daß die Abgabe der Leistung stetig reduziert wird, bis wie in Fig. 2 in Punkt 4 eine Abschaltleistung der Anlage erreicht wird.

In weiteren Ausgestaltungen der Erfindung kann die Reduzierung der Leistung auch in anderer Form abnehmen z.B. stufenförmig oder exponentiell.



**Fig. 1**



**Fig. 2**

09. Januar 2003  
Uns. Zeichen: **03444**

Repower Systems AG

---

Betriebsführungssystem für eine Windenergieanlage

---

## ZUSAMMENFASSUNG

Betriebsführungssystem für eine Windenergieanlage, über das eine Leistungsabgabe der Anlage geregelt wird, wobei die Windenergieanlage einen Rotor mit wenigstens einem Rotorblatt aufweist, das in einem einstellbaren Rotorblattwinkel zu dem Rotor angeordnet ist und das Betriebsführungssystem innerhalb eines vorgegebenen Windgeschwindigkeitsbereichs die Rotordrehzahl unter Verstellung des Rotorblattwinkels zur Einstellung einer Nennleistung regelt und ab einem definierten windgeschwindigkeitsabhängigen Grenzwert die Leistung reduziert, dadurch gekennzeichnet, daß der Grenzwert ein definierter Rotorblattgrenzwinkel ist.

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**